

**ШИШОВА ИРИНА АНАТОЛЬЕВНА**

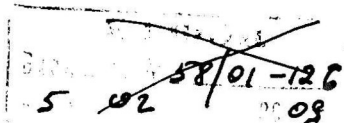
**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ОТ  
ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЯХ  
ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Специальность 08.00.12. – Бухгалтерский учет, статистика

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Москва - 2009



Работа выполнена на кафедре Математической статистики и эконометрики Московского государственного университета экономики, статистики и информатики (МЭСИ).

**Научный руководитель:** доктор экономических наук, профессор  
*Мхитарян Владимир Сергеевич*

**Официальные оппоненты:** - доктор экономических наук, профессор  
*Романов Андрей Александрович:*

- кандидат экономических наук  
*Сафронов Евгений Иванович*

**Ведущая организация:** **Пензенский Государственный  
Университет**

Защита состоится «26» февраля 2009 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета по бухгалтерскому учету, статистике Д 212.151.02 в Московском государственном университете экономики, статистики и информатики (МЭСИ) по адресу: **119501, Москва, Нежинская, д. 7.**

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан «    » января 2009 г.

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000714702

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат экономических наук, доцент

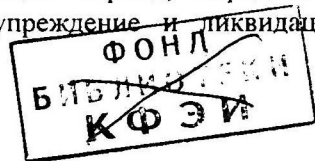
Н.Я. Бамбаева

**Актуальность темы исследования.** В условиях современного социально-экономического развития Российской Федерации все большую значимость приобретают проблемы в области промышленной (техногенной) безопасности и противоаварийной устойчивости важных производственных объектов. Особую озабоченность при этом вызывают вопросы предупреждения реальной угрозы резкого увеличения техногенных аварий и катастроф в промышленности и, прежде всего, на важных и опасных производственных объектах. Одним из определяющих факторов этой проблемы является износ основных производственных фондов. В результате аварий и катастроф на производственных объектах России ежегодно погибает около тысячи человек, а материальный ущерб от техногенных аварий и катастроф достигает 3-4 % валового внутреннего продукта страны.

Существуют предприятия, от надежной работы которых зависит социально - экономическая стабильность во всем регионе. К ним, прежде всего, относятся организации, основной функцией которых является поставка тепловой и электрической энергии населению, промышленным и сельскохозяйственным предприятиям региона. По мере эксплуатации тепловых и электрических сетей происходят различные аварии и катастрофы, приводящие к материальному и экологическому ущербу различной степени тяжести. Несмотря на принимаемые меры, уровень аварийности на энергетических сетях остается достаточно высоким.

Поскольку многие аварии и катастрофы предотвратить не представляется возможным, то особую значимость приобретает задача минимизации ущерба от них. Для решения этой задачи необходима система прогнозирования аварийных ситуаций и величины возможного ущерба, определения оптимальных резервов, достаточных для скорейшей ликвидации их последствий и проведения аварийно-восстановительных работ.

Отсюда вытекает необходимость комплексного статистического анализа и прогнозирования величины потерь в региональных энергосетях на предстоящий период, определения оптимального запаса средств на предупреждение и ликвидацию



последствий аварий, оценки величины страховых тарифов при страховании техногенных рисков.

Все изложенное обуславливает актуальность выбранной темы диссертации, ее цель и задачи, научную и практическую значимость.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является разработка методики комплексного статистического анализа и прогнозирования величины потерь от аварий на энергетических сетях Пензенской области.

В соответствии с целью исследования в диссертационной работе поставлены и решены следующие задачи:

- провести экономико-статистический анализ динамики и структуры аварий на энергетических сетях Пензенской области;
- выявить основные факторы, определяющие риск техногенных аварий и величину ущерба от них в регионе;
- разработать методику оценки средней величины ущерба от одной аварии и суммарного ущерба от возможных аварий за год;
- определить оптимальные запасы материальных средств, необходимых для проведения аварийно-восстановительных работ;
- оценить величину резервных мощностей тепла и электроэнергии, необходимых потребителям для компенсации соответствующих потерь от аварий;
- предложить алгоритм расчета величины тарифной ставки при страховании техногенных рисков по данным о количестве аварий и величине прогнозируемого ущерба;
- определить величину необеспеченного и передаваемого на перестрахование риска.

**Объектом исследования** являются техногенные аварии и катастрофы на энергетических сетях Пензенской области.

**Предметом исследования** являются количественные методы анализа и показатели, характеризующие аварии и катастрофы на энергетических сетях Пензенской области.

**Теоретической и методологической базой исследования** послужили труды российских и зарубежных ученых в области региональной экономики, мониторинга техногенных аварий и катастроф, статистики, эконометрики, исследования операций.



При решении поставленных в диссертации задач использованы статистические методы исследования зависимостей, анализа рядов динамики и прогнозирования, модели управления запасами, табличные и графические методы представления результатов исследования. Практическая реализация указанных методов проводилась с использованием пакетов прикладных программ Statistica, SPSS, MS Excel.

**Информационной базой исследования** послужили данные ОАО «Пензенская теплосетевая компания» по авариям и инцидентам за период с 1997 по 2007 годы, Территориального органа государственной статистики по Пензенской области, аналитические материалы Министерства по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации, а также материалы, опубликованные в периодической печати и размещенные в сети Интернет по теме исследования.

**Научная новизна диссертационного исследования.** Основным научным результатом, полученным в диссертации, состоит в разработке методики комплексного статистического анализа аварий и прогнозирования величины ущерба, оптимизации запаса средств на предупреждение и ликвидацию последствий аварий на энергетических сетях Пензенской области. В результате проведенного исследования сформулированы и обоснованы следующие положения, содержащие элементы научной новизны и выносимые на защиту:

- определены основные виды аварий, происходящих на энергетических сетях Пензенской области и их структура, а также основные направления снижения ущерба от них;
- выявлены особенности динамики суммарного (за год) ущерба от аварий на энергосетях области за рассматриваемый период;
- определены вид и параметры распределения величины ущерба от единичной аварии и суммарного ущерба за год;
- разработана и апробирована методика прогнозирования величины и структуры суммарного ущерба на энергосетях Пензенской области;
- предложена методика определения резервных мощностей тепла и электроэнергии, необходимых потребителям для компенсации потерь в случае аварий;

– разработан алгоритм определения величины ответственности страховщика, несобеспеченного и передаваемого на перестрахование риска при страховании техногенных аварий.

**Практическая значимость результатов исследования.** Основные положения диссертационной работы используются: в ОАО «Пензенская теплосетевая компания» для оптимизации запаса средств на предупреждение и ликвидацию последствий аварий, а также на проведение аварийно-восстановительных работ. Полученные в работе результаты могут быть использованы Территориальным органом Росстата и Правительством Пензенской области при определении параметров бюджетов на муниципальном и региональном уровнях, а также при оценке оптимальных запасов средств для предупреждения и ликвидации последствий аварийных ситуаций.

Положения исследования внедрены в учебный процесс Пензенского государственного университета по курсам «Статистические методы прогнозирования», «Страхование и актуарные расчеты».

**Апробация результатов работы.** Основные положения диссертации докладывались и получили одобрение на международных конференциях «Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании» (Пенза, 2006); «Маркетинговые и социологические исследования: технология использования компьютерных программных средств» (Пенза, 2006); всероссийских конференциях «Всероссийская перепись населения как информационно-статистическая база стратегирования социально-экономического развития государства и регионов» (Пенза, 2008); «Роль коммерции и интеграции в реализации национального проекта «Развитие АПК» (Пенза, 2008).

**Публикации.** Основные положения диссертации опубликованы в 12 работах общим объемом 2,1 п.л., в том числе две из них в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

**Структура работы.** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений, содержащих результаты обработки статистических данных.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертации, определены ее цели и задачи, объект и предмет, теоретические и методологические основы исследования, представлена научная новизна и практическая значимость работы.

**В первой главе «Техногенные аварии и катастрофы как объект статистического исследования»** проведен статистический анализ причин и последствий аварий на энергетических сетях Пензенской области, определена возможность и необходимость прогнозирования потерь от возникших аварийных ситуаций, рассмотрены возможности, способы и методы управления техногенными рисками в современных условиях.

Аварии, катастрофы и несчастные случаи, происходящие в техногенной сфере, наносят огромный ущерб обществу, заставляют вновь и вновь задумываться над решением вопросов обеспечения промышленной безопасности. Эффективное решение данной проблемы требует разработки правовых, организационно-технических, экономических и других мер, основанных на идентификации риска аварий, несчастных случаев и связанных с ними угроз.

С увеличением численности населения и ростом его плотности, хозяйственным освоением новых территорий, урбанизацией и развитием техносферы природные бедствия и техногенные аварии стали наносить все более ощутимый ущерб.

Одной из характеристик опасности возникновения аварий и катастроф, широко используемой в настоящее время, является риск, который связывают с возможностью наступления этих, сравнительно редких, событий. При этом риск часто отождествляют с вероятностью  $p(t)$  наступления аварий и катастроф за интервал времени  $t$  (как правило, за год). Вероятность  $p(t)$  выступает в этом случае как мера риска, удобная для сравнения рисков для одного объекта от различных аварий или для различных объектов в типовых для них условиях функционирования. Риск также связывают с размером ущерба от аварии, как правило, в натуральном или стоимостном выражении. Таким образом, риск сочетает в себе вероятность неблагоприятного события и объем негативных последствий этого

события (убытки, потери, ущерб). Наиболее общей оценкой риска, применимой для любого числа аварий и катастроф, является показатель риска, который определяется как произведение числа аварий, происходящих в единицу времени, на средний ущерб от одной аварии.

Последствия техногенных и других аварий, в зависимости от их масштаба, могут проявляться в различных сферах жизнедеятельности личности, общества и государства в целом, как непосредственно после аварии, так и на протяжении относительно длительного периода времени.

В силу влияния на размер ущерба большого числа случайных факторов, ущерб  $Y$  следует рассматривать как случайную величину, описываемую функцией распределения  $F(y) = P(Y < y)$ . Вследствие недостаточного объема статистических данных, оценить функцию распределения  $F(y)$  для большинства видов аварийных ситуаций достаточно сложно. Если речь идет об оценке эффективности затрат на предупредительные мероприятия, то величина снижения ущерба после принятия соответствующих мер определяется как

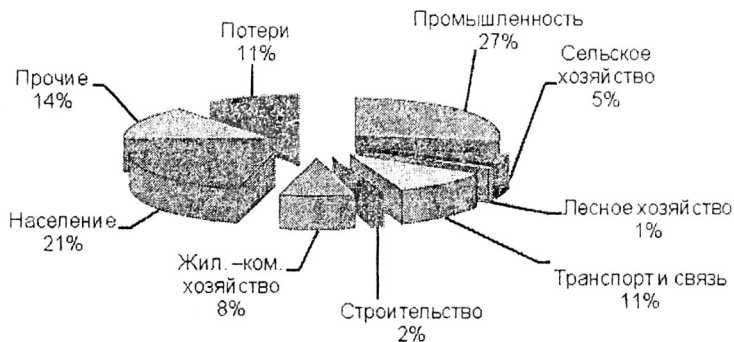
$$\Delta Y = Y_0 - Y_1,$$

где  $Y_0$ ,  $Y_1$  – возможный ущерб до и после принятия предупредительных мер.

В этих условиях задача управления рисками сводится к формированию эффективной системы финансово-правовых рычагов, позволяющих предупредить, а при возникновении – ликвидировать последствия аварии путем проведения аварийно – восстановительных работ.

В Пензенской области для обеспечения населения теплом и электроэнергией действует ОАО «Пензенская теплосетевая компания». Это крупное теплоэлектроснабжающее предприятие обеспечивает теплом 9100 жилищно-коммунальных объектов и 92 предприятия областного центра и передает выработанную электрическую энергию в городское кольцо линий электропередачи 110 кВ, эксплуатирует 31000 км линий электропередачи и более 6300 подстанций. Структура потребителей представлена на рис. 1.

Основной задачей ОАО «Пензенская теплосетевая компания» является обеспечение надежной и бесперебойной поставки тепла и



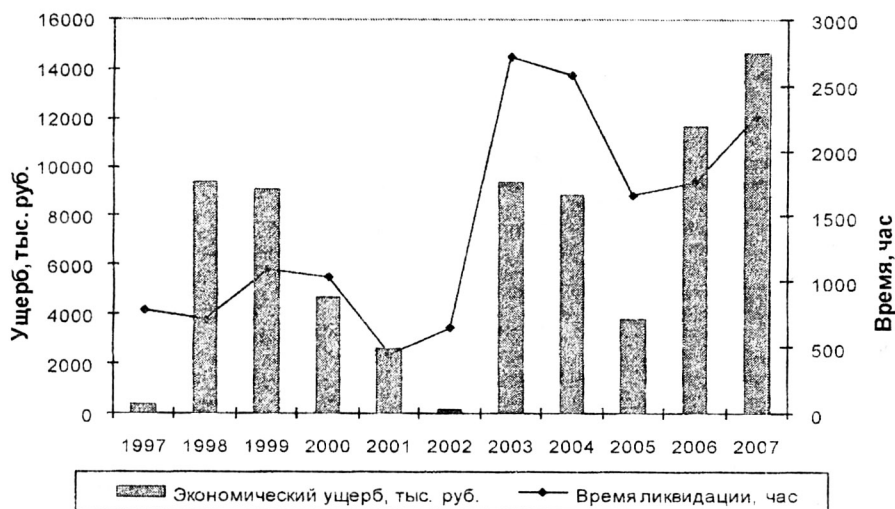
**Рис. 1. Структура потребителей ОАО «Пензенская теплосетевая компания» за 2007 г**

электроэнергии потребителям при функционировании в конкурентной среде.

Структура службы сбыта ОАО «Пензенская теплосетевая компания» представлена районными службами, руководство которыми осуществляется пятью межрайонными отделениями, в промышленных центрах области: Пензе, Каменке, Нижнем Ломове, Кузнецке, Сердобске.

В процессе эксплуатации тепловых и электрических сетей компании происходят аварии и инциденты с материальным и экологическим ущербом различной тяжести. Уровень аварийности на энергетических сетях региона остаётся достаточно высоким.

Оценка ущерба проводилась на основании статистических данных об авариях и инцидентах в ОАО «Пензенская теплосетевая компания» за 1997 ÷ 2007 годы, в которых зафиксирован характер аварии или инцидента, дата, когда инцидент произошел, подсчитанный экономический ущерб и время, в течение которого авария была ликвидирована. Полученные результаты свидетельствуют о том, что ущерб и время ликвидации последствий аварий имеют значительную вариацию (рис. 2).



**Рис. 2. Экономический ущерб и время ликвидации аварий и инцидентов в ОАО «Пензенская теплосетевая компания»**

Анализ показал, что число аварий в течение года колеблется в пределах от 32 до 267 и имеет тенденцию к росту. Суммарный ущерб, в ценах соответствующего года, изменяется от 140,3 (2002г.) до 14641,7 (2007г.) тыс. руб., суммарное время на ликвидацию последствий аварий варьируется от 449,5 (2001г.) до 2731,5 (2003г.) часов. Среднее время, затраченное на ликвидацию последствий одной аварии (инцидента), составляет 11 часов.

Структура и причины аварий и инцидентов на тепловых и электрических сетях Пензенской области представлены в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что основными причинами высокого уровня аварийности на энергосетях в Пензенской области являются: отказ оборудования; неработоспособность средств защиты, автоматики и приборного обеспечения; отклонение параметров эксплуатации; ошибочные действия персонала; внешние источники (отключение электроэнергии, воды, природные явления, злоумышленные действия третьих лиц).

Таблица 1

**Структура и причины аварий и инцидентов на тепловых и электрических сетях Пензенской области за 1997-2007гг.**

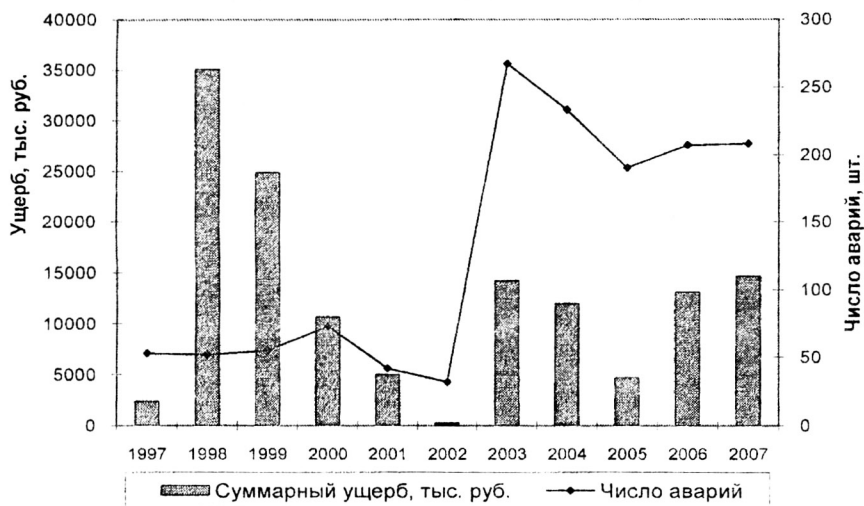
| № | Причина                            | Удельный вес, % |                    |
|---|------------------------------------|-----------------|--------------------|
|   |                                    | Тепловые сети   | Электрические сети |
| 1 | Нарушение технологии эксплуатации  | 9,5             | 7,3                |
| 2 | Отказ оборудования                 | 59,0            | 47,8               |
| 3 | Ложное действие защит и автоматики | 8,6             | 6,5                |
| 4 | Отклонение параметров эксплуатации | 10,5            | 9,4                |
| 5 | Ошибочное действие персонала       | 2,9             | 4,3                |
| 6 | Влияние внешних источников         | 9,5             | 24,7               |

Знание причин возникновения техногенных аварий позволит принимать оптимальные управленческие решения и в значительной мере снизить риски возникновения аварий, а также потери от них.

Во второй главе «Статистическая оценка оптимальных запасов средств на предупреждение и ликвидацию последствий техногенных аварий» проведен анализ динамики ущерба от аварий и инцидентов в сопоставимых ценах, предложены методики оценки величины ущерба от предполагаемой аварийной ситуации, суммарного ущерба за год и величины оптимального аварийного запаса материалов и оборудования, а также оптимального запаса средств на предупреждение и ликвидацию последствий аварийных ситуаций при нескольких уровнях цен.

Величина ущерба от аварий и инцидентов, относящихся к различным временным периодам, «приведена» к сопоставимым ценам 2007 года. Для этого использовался индекс потребительских цен, определяемый за период с 1997 по 2007 годы.

Полученные значения величины ущерба от аварий и инцидентов в сопоставимых ценах позволяют оценить среднюю величину ущерба за год - 12437,3 тыс. руб. и средний ущерб от единичной аварии (инцидента) - 96,9 тыс. руб. Динамика суммарного ущерба и числа аварий показана на рис. 3.



**Рис. 3. Динамика суммарного ущерба и числа аварий в ОАО «Пензенская теплосетевая компания»**

В связи с большой изменчивостью величины ущерба во времени не представляется возможным достаточно надежно оценить его тренд, сезонную или циклическую компоненту. В рассматриваемых временных рядах хорошо проявляет себя только нерегулярная (случайная) компонента, которая формируется, в основном, под действием случайных факторов (аварийных ситуаций различной природы). В этой связи величину предполагаемого ущерба на следующий год предлагается определять на основе стохастической модели управления запасами со случайным спросом, имеющей вид:

$$C(s) = c_1 \int_0^s (s-r) f(r) dr + c_2 \int_s^{\infty} (r-s) f(r) dr, \quad (1)$$

где  $s$  - уровень запаса;

$r$  - величина спроса;

$f(r)$  - закон распределения величины спроса;

$c_1$  - затраты на хранение запаса;

$c_2$  - штраф за дефицит.



Задача управления запасами состоит в определении такого запаса  $s$ , при котором математическое ожидание суммарных затрат  $C(s)$  принимает минимальное значение.

Рассматривая спрос  $r$  как непрерывную случайную величину, будем определять минимальное значение  $C(s)$  при уровне запаса  $s_0$  из уравнения

$$F(s_0) = \frac{c_2}{c_1 + c_2}, \quad (2)$$

где  $F(s) = P(r < s)$  - функция распределения спроса.

Таким образом, для определения оптимального запаса  $s_0$  средств на ликвидацию последствий аварий и инцидентов необходимо знать закон распределения случайной величины спроса  $R$ , что фактически сводится к определению закона распределения величины ущерба (потерь)  $X$ .

В предположении, что величина ущерба от единичной аварии подчиняется показательному (экспоненциальному) закону с параметром  $\lambda$  оптимальный уровень запаса средств на ликвидацию последствий от аварии определялся как

$$s_0 = \frac{1}{\lambda} \ln \left( 1 + \frac{c_2}{c_1} \right). \quad (3)$$

При этом по статистическим данным определялись оценки параметра  $\lambda$ , затраты на хранение запаса  $c_1$  и величина штрафа за дефицит  $c_2$ .

Для определения запаса средств, необходимых для ликвидации последствий от аварий, которые могут произойти в следующем году, необходимо знать закон распределения величины суммарного ущерба за год  $Y$ , определяемого как сумма ущербов от отдельных аварий  $X_i$ , имеющих показательное распределение

$$Y = \sum_{i=1}^n X_i,$$

где  $n$  - число предполагаемых аварий за год.

В работе показано, что случайная величина  $Y$  имеет гамма-распределение с функцией плотности, определяемой параметрами  $\lambda$  и  $n$ .

Статистические оценки параметров этого распределения определяются по формулам

$$\tilde{\lambda} = \frac{\bar{y}}{s^2}; \quad \tilde{n} = \left( \frac{\bar{y}}{s} \right)^2,$$

где  $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ ,  $s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ .

Оптимальный уровень запаса средств на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций за год определялся с учетом гамма - распределения величины суммарного ущерба из уравнения

$$F(y) = \frac{\lambda^n}{\tilde{\Lambda}(n)} \int_0^y u^{n-1} e^{-\lambda u} du = \frac{c_2}{c_1 + c_2}. \quad (4)$$

где  $\Gamma(n) = \int_0^\infty x^{n-1} e^{-x} dx$  - гамма-функция.

При этом затраты на хранение  $c_1$  примем равными уровню инфляции в 2007 году, т.е.  $c_1 = 12\%$ , а величину  $c_2$  определим как ставку по кредитам коммерческого банка  $c_2 = (18 \div 20)\%$ . Решая уравнение (4) относительно  $y$  с оценками параметров распределения  $\tilde{\lambda} = 0,000119$  и  $\tilde{n} = 1,4803$  получим величину оптимального запаса средств на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций в следующем году  $y_{opt} = 14119,1$  тыс. руб.

Для того, чтобы величина ущерба не превысила запаса средств на ликвидацию последствий аварий, необходимо оптимальный запас увеличить на величину страхового запаса (табл. 2), который гарантирует с заданной доверительной вероятностью, что ущерб не превысит созданных оптимальных запасов.

**Таблица 2**

**Величина страхового запаса**

|                           |        |         |         |
|---------------------------|--------|---------|---------|
| Доверительная вероятность | 0,80   | 0,90    | 0,95    |
| Страховой запас, тыс. руб | 5155,2 | 11886,0 | 18428,4 |

Для ликвидации последствий аварий и проведения аварийно – восстановительных работ в ОАО «Пензенская теплосетевая компания» создается централизованный аварийный запас материалов и оборудования. Некоторые материалы, запасные части и оборудование, расходуются непрерывно и с практически постоянной

интенсивностью в течение года. В этом случае для определения оптимальных запасов можно воспользоваться статической детерминированной моделью управления запасами без дефицита.

При таких условиях формула наиболее экономичного объема партии имеет вид

$$n_0 = \sqrt{\frac{2 p_1 N}{p_2 \theta}}, \quad (5)$$

где  $p_1$  - затраты на создание запаса (доставку одной партии);

$p_2$  - затраты на хранение единицы запаса в единицу времени;

$N$  - общее потребление запасаемого продукта;

$\theta$  - рассматриваемый период времени.

Число оптимальных партий  $k_0$  за весь период и время  $T_0$  расхода запаса составят

$$k_0 = \frac{N}{n_0}; \quad T_0 = n_0 \frac{\theta}{N}. \quad (6)$$

В работе по формулам (5) и (6) определены оптимальные величины запасов для централизованного аварийного запаса, некоторые показатели которого представлены в табл. 3. В таблице показаны предельные значения среднего расхода с доверительными вероятностями 0,95 и 0,99 соответственно.

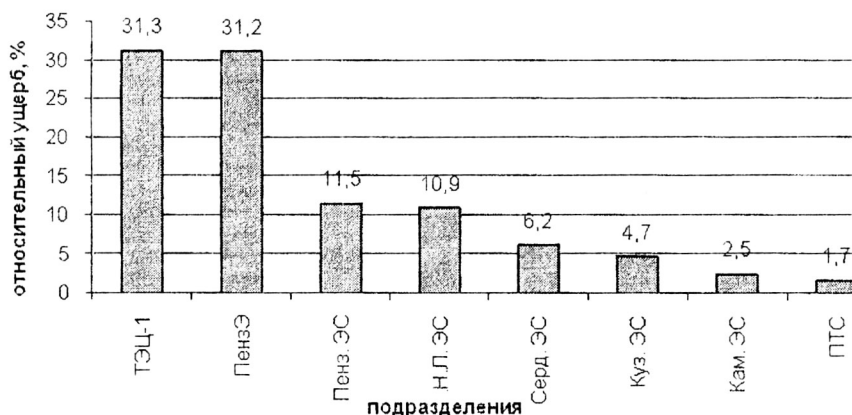
**Таблица 3**

**Параметры оптимальной величины запаса**

| Наименование         | Вероятность | Средний расход, шт. | Объем партии, шт. | Интервал между поставками, дн. | Неснижаемый уровень запаса, шт. | Время поступления новой партии, дн. |
|----------------------|-------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Изоляторы            | 0,95        | 868                 | 308               | 130                            | 50                              | 21                                  |
|                      | 0,99        | 908                 | 316               | 217                            | 50                              | 20                                  |
| Пакетные выключатели | 0,95        | 405                 | 210               | 189                            | 20                              | 18                                  |
|                      | 0,99        | 417                 | 214               | 187                            | 20                              | 17                                  |

Используя предлагаемую методику, можно определить оптимальную величину запасов по каждому наименованию и время доставки новой партии для гарантирования уровня неснижаемого запаса. Все это позволит снизить расходы компании на создание и хранение необходимых запасов для проведения аварийно-восстановительных работ.

После того, как определен прогноз величины суммарного ущерба на следующий год, следует распределить предполагаемый ущерб и соответствующие ему запасы средств между подразделениями, входящими в ОАО «Пензенская теплосетевая компания». Это распределение можно провести, руководствуясь структурой ущерба по этим подразделениям за наблюдаемый период (рис. 4).



**Рис. 4. Структура ущерба по подразделениям ОАО «Пензенская теплосетевая компания» за 1997-2007 гг.**

В результате получим оценочные прогнозные значения ущерба на следующий год, а, следовательно, и оценочные значения необходимого запаса средств на проведение аварийно-восстановительных работ в подразделениях ОАО «Пензенская теплосетевая компания».

В течение каждого года распределение ущерба также неравномерно. За год ежемесячно происходило от 69 до 183 аварий и инцидентов, в среднем 118 в месяц. Наибольшее количество аварий и

инцидентов происходило в период с мая по август (от 123 до 183), в среднем 152 аварийные ситуации в месяц, что на 29% превышает среднемесячный уровень за год. Средний ежемесячный ущерб составляет 11400,8 тыс. руб. Наибольший ущерб наблюдался в июне (35307,6 тыс. руб.), ноябре (22581,7 тыс. руб.) и декабре (28703,5 тыс. руб.), что, в первую очередь, связано с природными явлениями, наблюдающимися в Пензенской области в эти месяцы.

В задачах управления запасами возможно наличие нескольких уровней цен на покупные изделия, что имеет место при закупке товара, на который установлено снижение продажной цены при оптовых закупках.

В таких задачах при пополнении запасов требуется определить:

- как часто следует производить закупку товара;
- каким должен быть объем каждой закупки.

Представленная в работе методика позволяет оценить необходимые размеры запасов по большинству наименований централизованного и аварийного запасов в подразделениях ОАО «Пензенская теплосетевая компания». Тем самым можно высвободить значительные средства для обновления основных фондов предприятия.

**В третьей главе «Статистический анализ системы страхования возможного ущерба от аварий и катастроф»** рассмотрены возможности реализации многоуровневой системы возмещения ущерба, включающей различные механизмы страхования гражданской ответственности, риска возможного ущерба, а также оценку ущерба, передаваемого на перестрахование. Система учитывает воздействие аварийного объекта как на самого себя, так и на внешние объекты (ущерб третьим лицам).

Решение проблемы возмещения ущерба, причиняемого авариями на производстве, возможно путем страхования гражданской ответственности.

В ОАО «Пензенская теплосетевая компания» страхование гражданской ответственности проводится по 71 опасному объекту, по каждому из которых определен лимит ответственности и указан

годовой лимит ответственности. По 60 объектам страховой тариф установлен в размере 0,6 % страховой суммы, а по остальным объектам – 0,3% страховой суммы.

При этом страховые тарифы не учитывают технические и конструктивные характеристики опасных объектов, а также их уровни безопасности. В этой связи при обязательном страховании гражданской ответственности возникает необходимость разработки методики определения уровня безопасности и страховых тарифов на основе статистических данных об авариях и инцидентах на страхуемом опасном объекте.

В целях предупреждения и возмещения потерь хозяйствующих субъектов от воздействия рисков природного, техногенного, экологического и экономического характера в развитых странах осуществляется промышленное страхование (страхование техногенных рисков).

Для определения страховых тарифов используется соответствующая статистика, на основе которой можно прогнозировать с заданной степенью вероятности общий размер выплат в будущем и, соответственно, необходимый размер страхового фонда и себестоимость страховых услуг. Зная количество страховых случаев и общее число застрахованных объектов, можно по статистическим данным определить среднюю тяжесть потерь, которая в дальнейшем будет использована при расчете тарифных ставок.

Часто статистические данные по убыточности обнаруживают выраженную тенденцию к росту или убыванию. В этом случае расчеты, учитывающие эту тенденцию за период наблюдений, позволят повысить точность прогноза будущего значения убыточности.

Если объем выборки, на основе которой рассчитываются показатели страховой статистики, невелик, то основная часть нетто-ставки принимается равной среднему значению убыточности, т.е.

$$Tn_0 = \bar{y} = q\bar{b}, \quad (7)$$

а рисковая надбавка определяется по формуле:

$$Tn_r = \alpha(g, k) Tn_0 \sqrt{\frac{1 + V_b^2}{n}}, \quad (8)$$

где  $V_h = \frac{\sigma_y}{\bar{y}}$  - коэффициент вариации ущерба;

$\alpha(g, k)$  - параметр распределения Стюдента, определяемый по уровню гарантии безопасности  $g$  и числу степеней свободы  $k = n - 1$ .

Тарифная нетто-ставка определится суммарной величиной основной части и рисковой надбавки

$$Tn = Tn_0 + Tn_r. \quad (9)$$

В подразделениях ОАО «Пензенская теплосетевая компания» в среднем каждый год страхуется 7826 объектов. Каждый год наблюдается разное количество страховых случаев (табл. 4).

**Таблица 4**

**Количество страховых случаев в ОАО «Пензенская  
теплосетевая компания»**

| Год           | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Число случаев | 53   | 52   | 55   | 73   | 42   | 32   | 267  | 233  | 190  | 207  | 208  |

Анализ табл. 4 показывает, что начиная с 2003 года, количество страховых случаев изменяется незначительно и его прогнозное значение можно определить на основе среднего значения, равного 221. С учётом прогнозного значения можно оценить вероятность страхового случая.

Договором страхования обычно предусматривается собственное участие страхователя в возмещении причинённого ущерба – франшиза.

Введение 5%-й безусловной франшизы при страховании имущества от аварий в ОАО «Пензенская теплосетевая компания» предполагает, что все страховые случаи с величиной ущерба менее 5% от страховой суммы оплачиваются самой компанией. Страховых случаев, ущерб по которым не превышает 5%, насчитывается 422 из произошедших 1411 за весь период наблюдения. Поэтому введение 5%-й франшизы позволяет значительно уменьшить величину тарифной нетто-ставки (в наших условиях на 26,6%), и соответствующие страховые платежи.

Другим методом воздействия на величину страхового возмещения является введение лимита ответственности, который приводит к изменению величины страхового возмещения в случае, когда превышает лимит ответственности. При этом величина страхового платежа, пропорциональная суммарной выплате, меняется незначительно.

Увеличение числа страховых случаев или размеров ущерба от них по сравнению с ожидаемыми величинами, например, в связи с какими-либо крупными авариями, может привести к тому, что размеры страховых выплат существенно превысят суммы полученной страховой премии, что особенно важно для страховщиков, которые имеют в своём портфеле небольшое число договоров страхования. Для большинства страховых организаций необходимым условием обеспечения их нормальной деятельности и достижения финансовой устойчивости является передача определённой части страховых обязательств другим страховщикам (перестрахование). Считается, что при страховании рисков аварий и инцидентов наиболее удобным видом перестрахования является непропорциональное перестрахование.

Для определения цены договора о перестраховании необходимо знать: вид закона распределения ущерба; уровень собственного удержания  $M[X]$ ; предел -  $x_{max}$  и величину ответственности  $M[Y]$  перестраховщика. Величина ущерба от аварий на энергетических сетях в ОАО «Пензенская теплосетевая компания» и в каждом из его подразделений подчиняется экспоненциальному закону и указанные показатели определяются с учетом соответствующего значения параметра  $\lambda$ , как

$$M[X] = \frac{1}{\lambda}, \quad M[Y] = \frac{1 - e^{-1}}{\lambda}. \quad (10)$$

Зная закон распределения ущерба и, определив по статистическим данным за 11 лет наблюдения оценку параметра распределения  $\lambda$  для каждого подразделения, оценим величину собственного удержания страховщика  $\tilde{m}_x$ , величины ответственности перестраховщика  $\tilde{m}_y$  и рисковой премии перестрахователю (табл. 5).

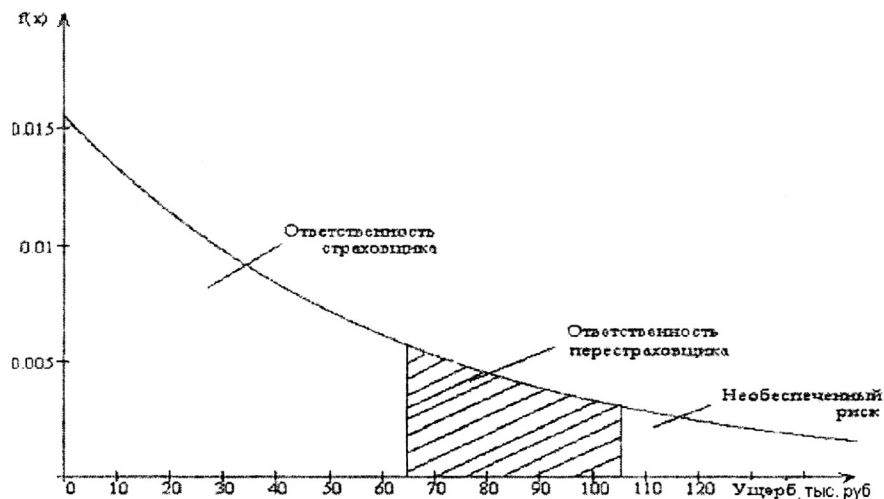


Таблица 5

**Величины страховой ответственности страховщика и  
перестраховщика**

| Подраз-<br>деление | Показатель                      |                                 |   |                                  |                                |
|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|----------------------------------|--------------------------------|
|                    | $\tilde{m}_x$ ,<br>тыс.<br>руб. | $\tilde{m}_y$ ,<br>тыс.<br>руб. | Предельная<br>ответствен-<br>ность пере-<br>страховщика,<br>тыс. руб. | Рисковая<br>премия,<br>тыс. руб. | Необеспе-<br>ченный<br>риск, % |
| Пензаэнерго        | 889,9                           | 563,3                           | 1453,2  | 197,2                            | 14,6                           |
| ПТС                | 64,7                            | 40,9                            | 105,6   | 14,3                             | 8,3                            |
| ТЭЦ-1              | 668,9                           | 424,2                           | 1093,1  | 148,5                            | 14,1                           |
| Пенз. ЭС           | 29,6                            | 18,7                            | 48,3  | 6,5                              | 4,7                            |
| Кам. ЭС            | 15,8                            | 10,0                            | 25,8  | 3,5                              | 4,6                            |
| Куз. ЭС            | 27,8                            | 17,6                            | 45,4  | 6,2                              | 2,5                            |
| Н.-Л. ЭС           | 128,3                           | 81,1                            | 209,4   | 28,4                             | 1,7                            |
| Серд. ЭС           | 48,1                            | 30,4                            | 78,5  | 10,6                             | 2,8                            |

Графически зоны ответственности страховщика, перестраховщика и необеспеченного риска для подразделения «Пензенские тепловые сети» с учетом статистических данных за период наблюдения (11 лет) представлены на рис. 5.



**Рис. 5. Распределение ущерба на Пензенских тепловых сетях за 1997-2007 гг.**

Аналогичная картина наблюдается и в других подразделениях ОАО «Пензенская теплосетевая компания».

Предложенная методика позволяет оценить величину страховой премии и риска для страховщика и перестрахователя, а также величину необеспеченного риска.

**В заключении** диссертационной работы обобщены результаты проведённого статистического исследования, сформулированы основные выводы и даны рекомендации по их практическому применению.

**По теме диссертации опубликованы следующие работы:**

1. Шишова И.А., Мхитарян В.С., Господинова Е.А. Определение запаса средств на предупреждение и ликвидацию последствий аварий и инцидентов // Экономические науки №9, 2008. – 0,6 п.л. (авт.- 0,3 п.л.).

2. Шишова И.А., Мхитарян В.С., Господинова Е.А. Оптимизация работы службы инкассации банка // Экономические науки №6, 2008. – 0,6 п.л. (авт.- 0,3 п.л.).

3. Шишова И.А. Оптимизация принятия решений при инвестиционно-финансовом планировании // Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании. XVIII международная НТК. Сб. статей. – Пенза, ПДЗ, 2006. – 0,2 п.л.

4. Шишова И.А. Определение закона распределения с помощью критерия  $\omega^2$  // Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании. XVIII международная НТК. Сб. статей. – Пенза, ПДЗ, 2006. – 0,3 п.л.

5. Шишова И.А., Лидяева Е.В., Господинова Е.А. Применение стохастических моделей управления запасами для прогнозирования // Всероссийская перепись населения как информационно-статистическая база стратегирования социально- экономического развития государства и регионов. Всероссийская НПК. Сб. статей. – Пенза, Пензастат, ОАО «Маяк», 2008. - 0,3 п.л. (авт. 0,1 п.л.).

6. Шишова И.А., Колесникова С.В., Шишов В.Ф. Один из методов определения прогнозных показателей // Маркетинговые и социологические исследования: технология использования

компьютерных программных средств. Международная НПК. Сб. статей. – Пенза, 2006. – 0,3 п.л. (авт. 0,1 п.л.).

7. Шишова И.А., Шишов В.Ф. Статистический контроль эффективности мероприятий по повышению безопасности // Маркетинговые и социологические исследования: технология использования компьютерных программных средств. Международная НПК. Сб. статей. – Пенза, 2006. – 0,3 п.л. (авт. 0,2 п.л.).

8. Шишова И.А. Прогнозирование ущерба от аварий на энергетических сетях Пензенской области // Математико-статистический анализ социально-экономических процессов. Сб. научных трудов. Вып 3. – М.: МЭСИ, 2006. - 0,1 п.л.

9. Шишова И.А. Контроль мероприятий по обеспечению безопасности в техносфере статистическими методами // Математико-статистический анализ социально-экономических процессов. Сб. научных трудов. Вып 3. – М.: МЭСИ, 2006. - 0,1 п.л.

10. Шишова И.А., Чуркин А.П. Экономико – математическое моделирование размещения и развития предприятий региона. // Роль кооперации и интеграции в реализации национального проекта «Развитие АПК». Сб. материалов II Всероссийской НПК. – Пенза, 2008. – 0,2 п.л. (авт. 0,1 п.л.).

11. Шишова И.А. Особенности страхования техногенного риска // Математико-статистический анализ социально-экономических процессов. Сб. научных трудов. Вып 5. – М.: МЭСИ, 2008. - 0,2 п.л.

12. Шишова И.А. Оценка ущерба передаваемого на перестрахование // Математико-статистический анализ социально-экономических процессов. Сб. научных трудов. Вып 5. – М.: МЭСИ, 2008. - 0,1 п.л.

10<sup>2</sup>

Подписано к печати 23.01.09

Формат издания 60x84/16

Печ.л. 1,4

Заказ № 7859

Бум. офсетная №1

Уч.-изд.л. 1,3

Печать офсетная

Тираж 100 экз.

---

Типография издательства МЭСИ. 119501, Москва, Нежинская ул., 7